

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 06029956 A

(43) Date of publication of application: 04.02.94

(51) Int. Cl. H04L 1/00
H04B 10/00

(21) Application number: 04231067

(22) Date of filing: 31.08.92

(30) Priority: 15.05.92 JP 04122323

(71) Applicant: FUJITSU LTD

(72) Inventor: SUZUKI TERUHIKO

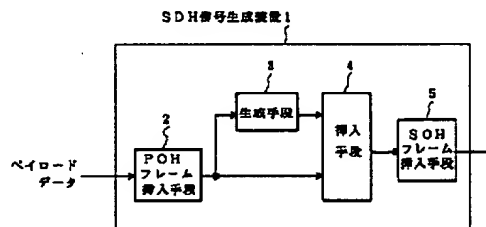
(54) ERROR CORRECTION CODE INSERT
PROCESSING SYSTEM IN SDH SIGNAL AND
OPTICAL TRANSMITTER

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide an error correction function to an SDH signal in the concatenation mode by applying error correction arithmetic operation to data of each string of pay load so as to generate an error correction code thereby inserting the code to a stuff field of a succeeding string.

CONSTITUTION: A generating means 3 applies error correction arithmetic operation to data of each string of pay load to generate an error correction code and an insert means 4 inserts the error correction code to, e.g. a stuff field of a succeeding string. A section overhead SOH insert means 5 inserts control information to generate an SOH frame. The generating means 3 applies parallel error correction arithmetic operation to data of plural strings of pay load to generate an error correction code, then the insert means 4 inserts the plural error correction codes to a relevant stuff field in parallel. Thus, the error correction code is inserted to an SDH signal in the concatenation mode in compliance with the Modified G.709.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-29956

(43)公開日 平成6年(1994)2月4日

(51)Int.Cl.⁵

H04L 1/00

H04B 10/00

識別記号

B 9371-5K

8220-5K

庁内整理番号

FI

H04B 9/00

技術表示箇所

B

審査請求 未請求 請求項の数6(全8頁)

(21)出願番号 特願平4-231067

(22)出願日 平成4年(1992)8月31日

(31)優先権主張番号 特願平4-122323

(32)優先日 平4(1992)5月15日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 鈴木 輝彦

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 茂泉 修司

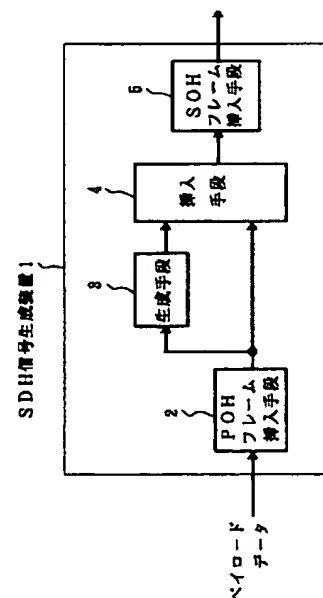
(54)【発明の名称】 SDH信号における誤り訂正符号挿入処理方式及び光伝送装置

(57)【要約】

【目的】SDH信号における誤り訂正符号挿入処理方式に関し、modified G.709準拠のコンカチネーション・モードのSDH信号に対して誤り訂正符号を挿入する。

【構成】セクション・オーバー・ヘッド(SOH)、バス・オーバー・ヘッド(POH)、スタッフ領域及びユーザ・データが格納される複数列のペイロードからなるフレーム構成のコンカチネーション・モードのSDH信号に誤り訂正符号を挿入する方式において、ペイロードの各列のデータに対して誤り訂正演算を施すことで誤り訂正符号を生成する生成手段3と、該生成手段3の生成する誤り訂正符号を該スタッフ領域に挿入する挿入手段4とを備える。

本発明の原理図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 セクション・オーバー・ヘッド（SOH）、パス・オーバー・ヘッド（POH）、スタッフ領域及びユーザ・データが格納される複数列のペイロードからなるフレーム構成のコンカチネーション・モードのSDH信号に誤り訂正符号を挿入するためのSDH信号における誤り訂正符号挿入処理方式であって、該ペイロードの各列のデータに対して誤り訂正演算を施すことで誤り訂正符号を生成する生成手段(3)と、該生成手段(3)の生成する誤り訂正符号を該スタッフ領域に挿入する挿入手段(4)とを備えたことを特徴とするSDH信号における誤り訂正符号挿入処理方式。

【請求項2】 請求項1に記載のSDH信号における誤り訂正符号挿入処理方式において、前記生成手段(3)が、ペイロードの複数列のデータに対して並列的に誤り訂正演算を施すことで誤り訂正符号を生成し、前記挿入手段(4)が、この生成される複数の誤り訂正符号を対応のスタッフ領域に並列的に挿入して行くよう処理することを特徴としたSDH信号における誤り訂正符号挿入処理方式。

【請求項3】 請求項1に記載のSDH信号における誤り訂正符号挿入処理方式において、前記挿入手段(4)が、前記生成手段(3)の生成する誤り訂正符号を次列のスタッフ領域に挿入して行くよう処理することを特徴としたSDH信号における誤り訂正符号挿入処理方式。

【請求項4】 セクション・オーバー・ヘッド（SOH）、パス・オーバー・ヘッド（POH）、スタッフ領域及びユーザ・データが格納される複数列のペイロードからなるフレーム構成のコンカチネーション・モードのSDH信号に誤り訂正符号を挿入するためのSDH信号における誤り訂正符号挿入処理方式であって、該ペイロードの各列に該スタッフ領域を分散配置する構成を採り、かつ、分散配置のスタッフ領域により分割されるペイロードのデータに対して誤り訂正演算を施すことで誤り訂正符号を生成する生成手段(3)と、該生成手段(3)の生成する誤り訂正符号を分散配置の対応のスタッフ領域に挿入する挿入手段(4)とを備えたことを特徴とするSDH信号における誤り訂正符号挿入処理方式。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載のSDH信号における誤り訂正符号挿入処理方式に対応する光伝送装置の受信側において、一対の生成多項式演算回路(242, 243)を有し、一行(row)分毎にシンドローム演算と、1ビット誤り位置検出演算を該一対の生成多項式演算回路(242, 243)を切り替えて行うようにしたことを特徴とする光伝送装置。

【請求項6】 請求項1乃至4のいずれかに記載のSDH信号における誤り訂正符号挿入処理方式に対応する光伝送装置の受信側において、

識別器(71)、ウインド・コンパレータ(72)及び二以上の誤り演算器(73～75)を有し、

受信波形を該識別器(71)及びウインド・コンパレータ(72)に入力し、

該受信波形がしきい値内であるとき“0”にした信号列と、“1”にした信号列と各々別の誤り演算器(73～75)に入力し、

該誤り演算器(73～75)の内、よりよい演算結果の得られる演算器出力を複号出力とすることを特徴とした光伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、国際電信電話諮問委員会（CCITT）の制定するmodified G 709標準のコンカチネーション・モードのSDH信号に誤り訂正符号を挿入するための方式に関するものであり、更には当該方式を採用した光伝送装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】現在、2.4G、10G周波数の各種長距離光伝送装置（陸上/海底、IM-DD/コヒーレント）の開発、改良が鋭意予定されている。しかし、送信光源のチャープング、位相雑音等、また光伝送路の波長分散、非線形効果（自己位相変調、誘導ブリルアン散乱等）、あるいは光増幅器の使用時におけるS/N飽和による符号誤り率のフロア（高速時、光入力が大きくなっても、誤り率が一定以下に減少しない現象）等の問題が生じている。

【0003】これらの問題に対し、いろいろ解決策が考えられているが、受信側の電気回路における解決策として以下の方法が考えられる。

②トランスバーサル・フィルタ等による波形等化技術によって符号間干渉を定常的に削減しておき、等化波形に多少のノイズ、歪みが生じて誤り率を起こさないようにアナログ回路により対応する方法。

【0004】③伝送路信号に誤り訂正符号を用いることにより、符号誤り率をデジタル回路で改善する方法。

【0005】一方、国際電信電話諮問委員会（CCITT）の提案するmodified G 709に準拠するコンカチネーション・モードのSDH信号では、図9に示すようなフレーム構成を採っている。

【0006】即ち、監視制御系の情報が格納されるセクション・オーバー・ヘッド（SOH）及びパス・オーバー・ヘッド（POH）と、無駄（スタッフ）ビットが格納されるスタッフ領域と、ユーザ・データが格納される9列構成のペイロードとから成っている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このような、SDH信号では、上記のようにフレーム構成は規定されているものの、これまで誤り訂正符号については規定されていなかった。このためユーザ・データの伝送時に誤りが発生

することがあっても、これを検出・訂正することができず、データ伝達の信頼性を維持できないという問題点があった。

【0008】従って本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、上記③の方法の実現のため、CCITTで提案されているコンカチネーション・モードのSDH信号に対し、誤り訂正機能を付加する方法を提供するものである。

【0009】具体的には、modified G 709標準のコンカチネーション・モードのSDH信号に対して誤り訂正符号を挿入できるようにするSDH信号における誤り訂正符号挿入処理方式を提供することを目的とする。更に、本発明は、かかる誤り訂正符号挿入処理方式を採用した新規な光伝送装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】図1は、本発明の原理構成のブロック図である。図中、1は本発明の誤り訂正符号挿入処理方式に従うSDH信号生成装置である。

【0011】このSDH信号生成装置1は、POHフレーム挿入手段2と、生成手段3と、挿入手段4と、SOHフレーム挿入手段5とを備える。このPOHフレーム挿入手段2は、制御情報を挿入することでPOHフレームを生成する。

【0012】生成手段3は、ペイロードの各列のデータに対して誤り訂正演算を施すことで誤り訂正符号を生成する。挿入手段4は、生成手段3の生成する誤り訂正符号を例えば次の列のスタッフ領域に挿入する。

【0013】SOHフレーム挿入手段5は、制御情報を挿入することでSOHフレームを生成する。ここで、生成手段3は、ペイロードの複数列のデータに対して並列的に誤り訂正演算を施すことで誤り訂正符号を生成することがあり、このとき、挿入手段4は、この生成される複数の誤り訂正符号を対応のスタッフ領域に並列的に挿入して行く。

【0014】また、ペイロードの各列にスタッフ領域を分散配置する構成を採ることも可能で、この構成を採るときには、生成手段3は、分散配置のスタッフ領域により分割されるペイロードのデータに対して誤り訂正演算を施すことで誤り訂正符号を生成する。挿入手段4は、この生成される誤り訂正符号を分散配置の対応のスタッフ領域に挿入して行くことになる。

【0015】

【作用】本発明では、ペイロード・データが与えられると、生成手段3は、ペイロードの各列のデータに対して誤り訂正演算を施すことで誤り訂正符号を生成する。この生成結果を受けて、挿入手段4は、生成手段3により生成された誤り訂正符号を例えば次の列のスタッフ領域に挿入する。

【0016】このように、本発明によれば、modified G 709標準のコンカチネーション・モードのSDH信号に

対して誤り訂正符号を挿入できるようになる。これによりSDH信号を用いるデータの伝送処理を高精度で実行できるようになる。

【0017】そして、誤り訂正符号の生成対象をペイロード・データとすることで、ユーザ・データのみの誤り監視が実現できるとともに、SOHやPOHの書き換えがあってもそれらに影響されることがない。

【0018】

【実施例】以下、図面に従って本発明の実施例を説明する。以下各図において、同一又は、類似のものには、同一の番号及び記号を付してある。

【0019】図2は、本発明の方式を採用した光伝送装置のブロック図である。図中、10は送信機、20は受信機である。これらの送信機10及び受信機20間は、光伝送路で接続されている。

【0020】送信機10におけるPOHフレーム挿入回路11、生成多項式演算回路12、セクタ回路13及びSOHフレーム挿入回路14は、それぞれ図1の原理図のPOHフレーム挿入手段2、生成手段3、挿入手段4及びSOHフレーム挿入手段5に対応する機能を有する回路である。

【0021】従って、POHフレーム挿入回路11、生成多項式演算回路12、セクタ回路13及びSOHフレーム挿入回路14により、SDH信号生成装置1を構成している。POHフレーム挿入回路11は、制御情報を挿入することでPOHフレームを生成する。

【0022】生成多項式演算回路12は、ペイロードの各列のデータに生成多項式演算を施すことで剰余多項式を生成する。セクタ回路13は、POHフレームの付加されたペイロード・データを流しつつ、生成多項式演算回路12により生成された剰余多項式を次の列のスタッフ領域に挿入する。

【0023】SOHフレーム挿入回路14は、セクタ回路13の出力に制御情報を挿入することでSOHフレームを生成する。更に、送信機10は、SOHフレーム挿入回路14の出力するSDH信号を光信号に変換して送信する光送信回路15を備える。

【0024】受信機20は、送信機10から送信されてくる光信号のSDH信号を受信して電気信号に変換する光受信回路21を有する。更に、送信側のSDH信号生成装置1に対応する以下の回路が設けられている。

【0025】SOHフレーム抽出回路22は、受信されたSDH信号のSOHフレームから制御情報を抽出する。POHフレーム抽出回路23は、受信されたSDH信号のPOHフレームから制御情報を抽出する。

【0026】更に、生成多項式演算回路24は、受信されたSDH信号のペイロードの各列のデータに送信機10と同一の生成多項式演算を施すことでシンドローム多項式を生成する。

【0027】生成多項式演算回路24により生成された

シンドローム多項式は、シンドローム演算回路25において、シンドローム演算（デコード演算）が施される。次いで、シンドローム演算回路25の演算結果に従って受信されたSDH信号のペイロード・データの誤り訂正処理が誤り訂正回路26で実行される。

【0028】この図2の実施例のような光通信装置に従う場合、SDH信号のペイロードに割り付けるユーザ・データの符号としては、ハミング符号が適切である。ハミング符号を用いると、単一誤り訂正と2重誤り検出ができるとともに、光通信の場合に生ずるランダム誤りの訂正が、簡単なハードウェア構成で実現できるからである。

【0029】ここで、ハミング符号を用いる場合の条件について説明する。即ち、 (n, k) ハミング符号の場合、次の条件を満たす必要がある。

$$g(x) = X^{16} + X^{15} + X^2 + 1 = (X+1) * (X^{15} + X + 1)$$

となる。

【0032】かかる剰余を求める生成多項式 $g(x)$ の演算は、図2に示した生成多項式演算回路12／生成多項式演算回路24において実行される。そのための具体的回路構成は、図3に示す如くである。図3の回路は、16段のシフトレジスタにより構成されている。

【0033】本発明に従う送信機10は、図2に示したように、1列のペイロード・データをそのまま加工せずに送信しながら、そのデータを生成多項式演算回路12において演算して、1列分のペイロード・データの演算終了により求まる16ビットの剰余多項式を次の列のスタッフ領域に挿入していく。これにより誤り訂正符号がSDH通信に挿入される。

【0034】即ち、図4に示すように、生成多項式演算回路12により求まる剰余多項式の誤り訂正符号を1列のペイロード・データの次の列のスタッフ領域に挿入していくよう処理がなされる。

【0035】送信機10から送信される1ブロックの符号多項式 $f(x)$ は、

$$f(x) = X^{(n-k)} * p(x) + r(x)$$

で表される。ここで $p(x)$ はペイロード・データであり、 $r(x)$ は、 $p(x)$ を線形シフトした $[X^{(n-k)} * p(x)]$ を生成多項式 $g(x)$ で割り算することで求まる剰余多項式である。すなわち、

$$r(x) = [X^{(n-k)} * p(x)] \bmod g(x)$$

である。

【0036】一方、受信機20は、送信されてきた光信号を光受信回路21で受け、光／電気変換、波形等価を行う。その後、ブロックの位置を知るためにフレーム同期処理が行われる。

【0037】即ち、誤り訂正符号として組織符号を考えた場合、ブロックの位置を知るためにフレーム同期が必要である。本実施例装置ではSOHの領域の2バイトでフレーム同期、及びPOHの領域の2バイトでポインタ

$$* 2^{(n-k)} \geq n+1$$

ここで、 n はブロック長、 k はデータ長、 $(n-k)$ はチェック・ビット数である。

【0030】SDH信号の場合、図9に示したように、 k は、 $(260 \times 16 \times 8) = 33280$ ビットなので、チェック・ビット数は、16ビット ($2^{16} = 65536$) 必要となる。そのため、 $n = 33296$ になる。ここで、ブロック長 n は、チェック・ビットで検出できるパターン数 $2^{16} - 1$ よりも少ないので、使用する符号は短縮ハミング符号となる。

【0031】以上のことから、使用するハミング符号は、短縮(33296, 33280) ハミング符号となる。また、チェック・ビット数が16ビットなので、剰余を求める生成多項式 $g(x)$ は、

処理を行っている。

【0038】従って、光受信回路21の出力は、SOHフレーム抽出回路22及びPOHフレーム抽出回路23に導かれ、フレーム同期及びポインタ処理が行われる。これによりペイロードの位置が特定できる。このように、本実施例ではフレーム同期及びポインタ処理を行った後、ペイロード部の誤り訂正演算を行う構成であるのでハード規模は最小となる。

【0039】ところで、SOH、POHには誤り訂正演算が付加していないため、これらの部分の感度は向上していない。しかし、フレーム同期とポインタ処理はおのの同期保護がついており、誤り訂正符号が威力を発揮できる低誤り率 ($< 10^{-4}$) の領域では、誤り訂正能力を損なうことなくフレーム同期とポインタ処理は正常に動作する。

【0040】フレーム同期とポインタ処理の後、ペイロードと剰余が挿入されたスタッフ領域バイトを示すデータ列の多項式 $f'(x)$ に対し、生成多項式演算回路24で送信側と同じ生成多項式 $g(x)$ で割り算しシンドローム多項式 $s(x)$ を得る。

$$s(x) = [f'(x)] \bmod g(x)$$

【0041】このシンドローム多項式の内容(シンドローム)が誤りビットの有無、1ビット誤りの場合のエラー・ビットの位置、エラー個数の偶パリティ・チェック結果を示している。

【0042】受信機20は、図5に示すように、受信データを自己巡回させる上記の生成多項式演算回路24(但し、初期時における各フリップフロップの内容はシンドロームが発生された状態)でデコード演算を施して、シンドローム多項式 $s(x)$ を得る。次いで、誤り訂正回路26でペイロード・データを $(n+1)$ 回だけシフトした受信データと足し合わせることで1ビット誤りの訂正を行う。

【0043】伝送路でエラーの無い場合は $s(x) = 0$ と

なり、 $f'(x)$ から送信側で挿入した剰余多項式 $r(x)$ を無視することにより簡単にデータ列多項式 $p(x)$ が再生できる。しかし、伝送路でエラーがある場合は $s(x) \neq 0$ となる。この場合には、シンドロームをシンドローム演算回路 25 で演算して、1 重誤りの誤りビットを特定できた場合は、そのビットの訂正を行う。

【0044】図 6 は、本発明に従う受信機 20 の更に詳細な誤り訂正部の実施例である。シンドローム演算回路 25 は、偶パリティ判定を行う EX-OR 回路 251 と、データ列の 1 ビット目が誤った場合のシンドロームが入力された場合に “1” が出力される AND 回路 252 を有する。

【0045】シンドローム演算回路 25 は、任意の t ビット目が誤ったとした場合、生成多項式演算回路 24 を $(t-1)$ 回巡回した時の出力は、データ列の 1 ビット目が誤った場合のシンドロームと等しいという性質を利用し、時刻 $(t-1)$ (誤りビットの位置を示す) の時のみ “1” を出力する。

【0046】その出力とパイロード・データを n 回だけシフトした受信データとを誤り訂正回路の加算器 262 で足し合わせることで、1 ビット誤りの訂正を行う。また、生成多項式演算回路 24 を n 回巡回させても “1” が得られない時は、多ビット誤りを検出したと判断する。更に、誤りを検出し、かつ、パリティ・チェック結果が “1” の時は偶数誤りを検出した場合である。

【0047】本発明実施例に従う符号の場合、パイロードの長さの割に POH とスタッフ領域の長さが短いため、1 個の生成多項式演算回路では、1 row 分のパイロードと剰余演算結果が挿入されているスタッフ挿入バイトからシンドロームを求めている最中に、その前の row でシンドロームが “1” でない場合に、同時に 1 ビット誤り位置検出のための演算を実行しなければならない。

【0048】そのために、図 6 の実施例では、2 つの同一の生成多項式演算回路 242、243 を用意し、1 row 毎にシンドローム演算と 1 ビット誤り位置検出演算を交互に切り換えて実行させている。かかる交互の切り換えは、セレクト 241 及び 244 で行われる。

【0049】図 7 は、本発明の訂正符号を用い、更に誤り訂正能力を向上させるための受信機構成の実施例である。特に、等化波形が劣化するか、ノイズが増加してウインドコンパレート幅内に等化波形が入るような場合に効果がある。

【0050】図 7 において、71 は、識別器であり、受信機 20 の光受信回路 21 内に設けられる。72 は、ウインド・コンパレータであり、同様に光受信回路 21 内に設けられる。73 ~ 75 は複数の誤り演算器である。ここでは、誤り演算器は、図 2 の生成多項式演算回路 24、シンドローム演算回路 25 及び誤り訂正回路を含む回路全体を意味している。

【0051】今、図 8 に示すように等化波形が劣化する

か、或いはノイズが増加してウインドコンパレート幅内に等化波形が入った場合、此の時点のビットは、識別器 71 で識別不能ビットと判断される。そして、このビットを “0” として第一の誤り演算器 73 に送出する。

【0052】同時にこのビットを “1” として第二の誤り演算器 74 に送出する。一演算期間内に、ウインドコンパレート幅内に入るのが 1 ビットだけであれば、第一、第二の誤り演算器 73、74 の演算結果は同じになる (一方の誤り演算器において誤りが訂正されている)。

【0053】更に、任意の 2 ビットがウインドコンパレート幅内に入った場合には、その倍の演算器を動作させ、一番正しいと判断される演算器出力を識別器 76 及びこれにより制御される選択回路 77 から出力する。

【0054】このように、誤り演算器が一個だけでは訂正不能なエラーが出る場合であっても疑わしいデータ列を全て演算しているため、誤り訂正が可能になる確率が高くなる。

【0055】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、modified G.709 標準のコンカチネーション・モードの SDH 信号に対して誤り訂正符号を挿入できるようになる。これにより SDH 信号を用いるデータの伝送処理を高精度で実行できるようになる。

【0056】そして、誤り訂正符号の生成対象をパイロード・データとすることで、ユーザ・データのみ誤り監視が実現できるとともに、SOH や POH 書き換えがあってもそれに影響されることがない。

【0057】更に詳細には、本発明の実施例においては、短縮 (33296, 33280) ハミング符号を SDH 信号に付加することにより、エラーレート・フロアが無い状態において、1.3 dB 程度 [誤り率 $= 10^{-10}$] (エラー・レートの傾きに依存する) の感度向上が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の原理構成図である。

【図 2】本発明を適用した光伝送装置の一実施例ブロック図である。

【図 3】図 2 の実施例の生成多項式演算回路の一実施例である。

【図 4】本発明の信号処理の説明図である。

【図 5】図 2 の光伝送装置の受信回路の一実施例ブロック図である。

【図 6】図 2 の光伝送装置の受信回路の更に具体的な実施例ブロック図である。

【図 7】本発明に従う誤り訂正符号を用い、誤り訂正能力を向上させた受信機の一構成例ブロック図である。

【図 8】図 7 の実施例を説明する波形図である。

【図 9】本発明の対象とする SDH 信号の説明図である。

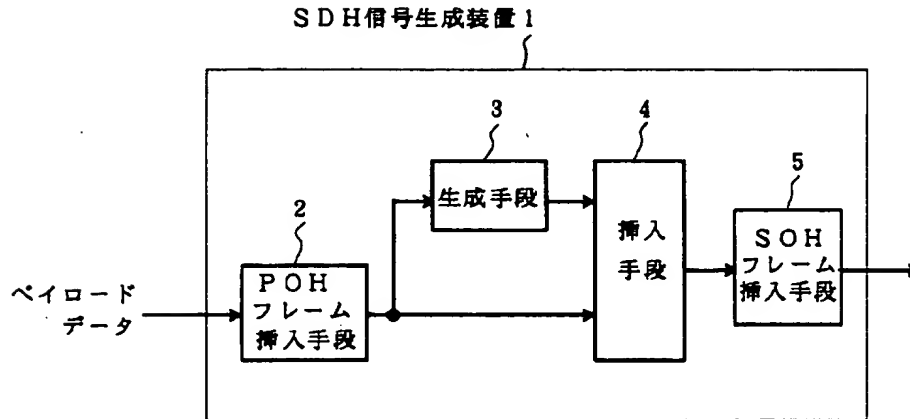
【符号の説明】

- 1 SDH信号生成装置
- 2 POHフレーム挿入手段
- 3 生成手段

- 4 挿入手段
- 5 SOHフレーム挿入手段

【図1】

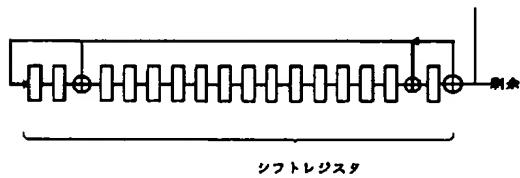
本発明の原理図



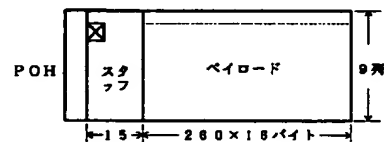
【図3】

【図4】

生成多項式演算回路の回路構成図



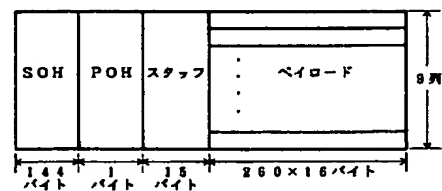
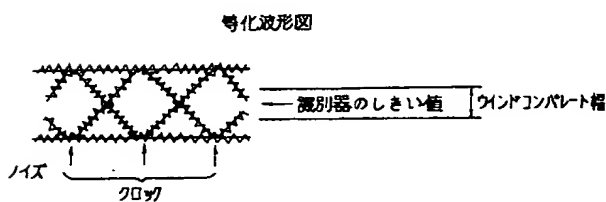
本発明の処理の説明



【図9】

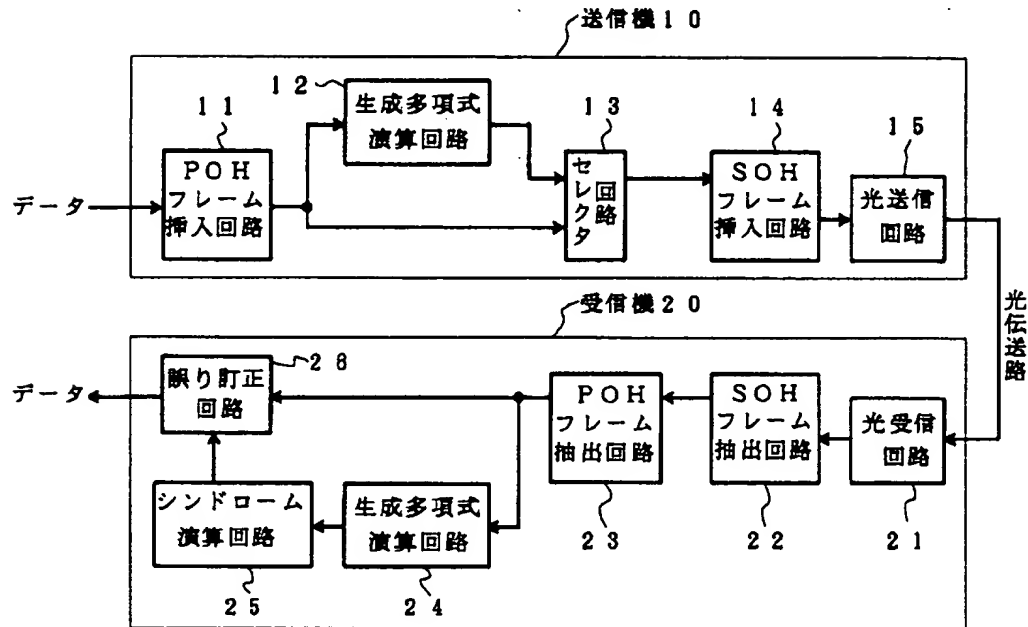
【図8】

SDH信号のフレーム構成の説明図



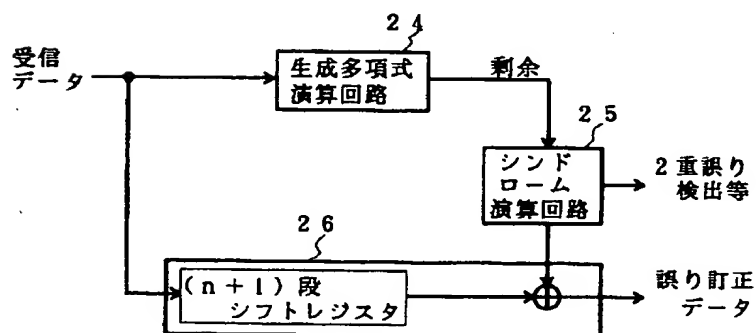
【図2】

本発明の一実施例

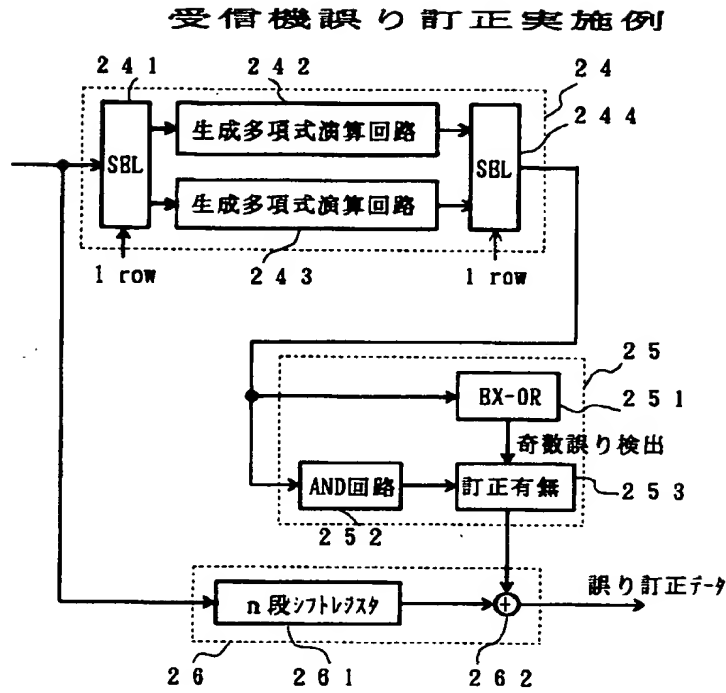


【図5】

受信機の回路構成図



【図6】



【図7】

